

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG



(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. Januar 2002 (24.01.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/07373 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H04L 1/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02465

(22) Internationales Anmeldedatum:  
29. Juni 2001 (29.06.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 34 714.2 17. Juli 2000 (17.07.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DOETSCH, Markus [DE/CH]; Haselozweg 26, CH-3098 Schlieren (CH). JUNG, Peter [DE/DE]; Im Rabental 28, 67697 Otterberg

(DE). KELLA, Tideya [CM/DE]; Tumblingerstrasse 54/52, 80337 München (DE). PLECHINGER, Jörg [DE/DE]; Westermühlstrasse 16, 80469 München (DE). SCHMIDT, Peter [DE/DE]; Bahnhofstrasse 32, 67167 Erpolzheim (DE). SCHNEIDER, Michael [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 44A, 81541 München (DE).

(74) Anwalt: LANGE, Thomas; Dingolfinger Strasse 6, 81673 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

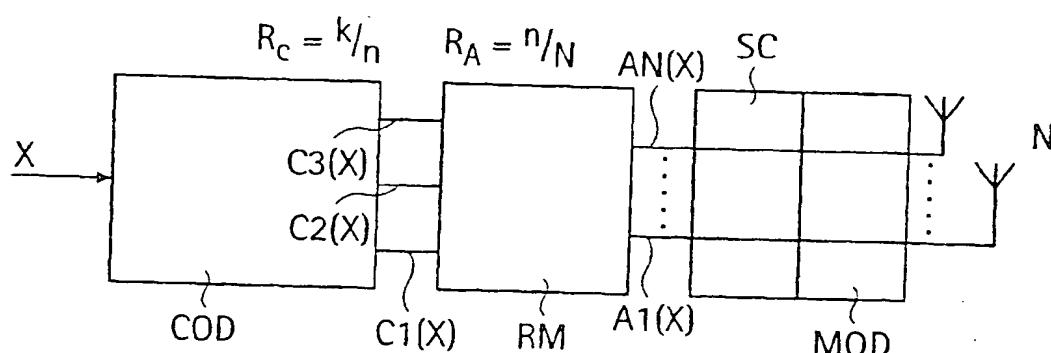
Veröffentlicht:

--- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DIVERSITY TRANSMISSION OF ENCODED INFORMATION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR DIVERSITÄTSÜBERTRAGUNG CODIERTER INFORMATION



WO 02/07373 A1

(57) Abstract: According to the method for producing a transmission signal consisting of N antenna data signals (A1(X), AN(X)) which are provided for emission via N transmitting antennae, a useful data signal X is subjected to channel coding. A data rate adjustment is made in the signal path between the channel coding process and the emission via the transmitting antennae, by means of a data rate adjustment stage (RM). This enables the number N of transmitting antennae to be predetermined independently of the code rate.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Erzeugung eines Übertragungssignals bestehend aus N Antennendatensignalen (A1(X), AN(X)), die für die Abstrahlung über N Sendeantennen vorgesehen sind, wird ein Nutzdatensignal X einer Kanalcodierung unterzogen. Im Signalweg zwischen der Kanalcodierung und der Abstrahlung über die Sendeantennen erfolgt eine Datenratenanpassung mittels einer Datenratenanpassungsstufe (RM), welche ermöglicht, daß die Anzahl N der Sendeantennen unabhängig von der Coderate vorgebbar ist.

## Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zur Diversitätsübertragung codierter Information

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Erzeugung eines Übertragungssignals, das mehrere für die Abstrahlung über jeweils eine Sendeantenne vorgesehene Antennen-datensignale umfaßt, nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1  
10 und 9.

In Mobilfunksystemen wird die Übertragungsqualität durch Zeitvarianz und Frequenzselektivität des Mobilfunkkanals sowie durch zeitlich veränderliche Vielfachzugriffsinterferenz beeinflußt. Digitale Mobilfunksysteme nutzen in der Regel mehrere Arten von Diversität aus, um das Systemverhalten zu verbessern. Bekannte Maßnahmen zur Ausnutzung der Frequenzdiversität des Mobilfunkkanals sind die Verwendung einer CDMA- oder TDMA-Komponente beim Vielfachzugriff. Die Zeitdiversität des Kanals wird üblicherweise durch eine Kanalcodierung und Verschachtelung des zu übertragenden Datensignals ausgenutzt. Ein weiterer Diversitätstyp ist die Raumdiversität. Bei der Raumdiversität wird zwischen der Antennendiversität ("antenna diversity"), der Richtungsdiversität ("directional diversity") und der Polarisationsdiversität ("polarisation diversity") unterschieden.

Im folgenden wird die Antennendiversität betrachtet. Antennendiversität ist nutzbar, weil der Zustand des Mobilfunkkanals für verschiedene Standorte der Mobil- und Basisstationen unterschiedlich ist. Man unterscheidet bei Antennendiversität zwischen dem Fall der Verwendung mehrerer Empfangsantennen ("empfängerseitige Antennendiversität") und dem Fall der Verwendung mehrerer Sendeantennen ("senderseitige Antennendiversität"), wobei beide Möglichkeiten auch in Kombination auftre-

2

ten können. Während empfängerseitige Antennendiversität aus theoretischer Sicht gut verstanden ist und in der Praxis vielfach genutzt wird, ist das Konzept der senderseitigen Antennendiversität bisher weniger gut erforscht.

5

Es sind bereits spezielle für senderseitige Antennendiversität konzipierte Turbo-Codes vorgeschlagen worden. Dabei erfolgt die Erzeugung der mehreren Sendedatenströme für die Sendeantennen bereits bei der Codierung. Diese Vorgehensweise kann 10 als Antennendiversitätscodierung ("antenna diversity coding") bezeichnet werden.

Nachteilig bei diesem Konzept ist, daß die Anzahl der benötigten Sendeantennen von der Coderate  $R_c = k/n$  abhängt. Die Coderate  $R_c$  ist der Quotient aus der Anzahl  $k$  von Eingabe-Datensymbolen und der Anzahl  $n$  von Ausgabe-Datensymbolen (bezogen auf die  $k$  Eingabe-Datensymbole) des Codierers. Bei einer Coderate von z.B.  $R_c = 1/2$  müssen zwei Sendeantennen eingesetzt werden, während eine Coderate  $R_c = 1/3$  eine Anzahl 20 von drei Sendeantennen erfordert. Ist, wie im UMTS- (Universal Mobile Telecommunications System)-Standard, eine variable, dienstabhängige Coderate möglich und vorgesehen, ist das Verfahren der Antennendiversitätscodierung nicht praktikabel, weil jeder Dienst (z.B. Sprache, Video) eine unterschiedliche 25 Sendeantennenanzahl benötigt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, das die Realisierung von Mobilfunksendern, die senderseitige Antennendiversität ausnutzen, erleichtert und das insbesondere den Anforderungen zur Übertragung unterschiedlicher Dienste gerecht wird. Ferner zielt die Erfindung darauf ab, eine diese Eigenschaften aufweisende Sendeeinrichtung für senderseitige Antennendiversitätsübertragung zu schaffen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabestellung wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Durch die im Signalweg zwischen der Kanalcodierung und den Sendeantennen eingesetzte Datenratenanpassung wird eine Entkopplung der Größen  $N$  (Anzahl der Sendeantennen) und  $R_c$  (Coderate des Kanalcodierers) erreicht. Dies ermöglicht, die Datensymbole des codierten Nutzdatensignals unabhängig von der verwendeten Coderate  $R_c$  auf eine beliebige, aber feste Anzahl  $N$  von Sendeantennen zu verteilen. Aus herstellungstechnischer Sicht ergibt sich selbst bei einer festen Coderate  $R_c$  bereits der Vorteil, daß die Anzahl  $N$  der Sendeantennen nicht durch eine Software-bestimmte Größe (der Coderate  $R_c$ ) zwingend vorgeschrieben wird, welche bei der Fertigung des Senders (z.B. eines Mobiltelefons) in vielen Fällen noch unbekannt ist. Unter dem Gesichtspunkt, daß moderne Mobilfunksysteme zur Übertragung einer Vielzahl von Diensten mit unterschiedlichen Anforderungen an die Kanalcodierung geeignet sein müssen, ergibt sich der Vorteil, daß die Anzahl der Sendeantennen auch bei variabler Coderate  $R_c$  konstant sein kann.

Für die Datenratenanpassung kann in bevorzugter Weise eine Punktierung und/oder eine Wiederholung ("repetitive coding") von Datensymbolen des codierten Nutzdatensignals vorgesehen sein.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung kennzeichnet sich dadurch, daß im Signalweg zwischen der Kanalcodierung und der Abstrahlung der Antennendatensignale über die Sendeantennen eine Demultiplexierung und/oder eine Verschachtelung des codierten Nutzdatensignals erfolgt. Durch diese Maßnahmen können, sofern erforderlich, die Verteilung des codierten Nutzdatensignals auf die  $N$  abzustrahlenden Sendedatenströme in geeigneter Weise gesteuert und die Übertragungseigenschaften des Übertragungssignals verbessert werden.

Eine besonders leistungsfähige Form der Codierung, die auch mit variabler Coderate erfolgen kann, wird durch eine Turbo-Codierung realisiert. In diesem Fall kennzeichnet sich eine 5 zweckmäßige Ausführungsvariante der Erfindung dadurch, daß bei der Turbo-Codierung ein systematisches Datensignal, ein Redundanzdatensignal und ein verschachteltes Redundanzdatensignal erzeugt werden, daß aus diesen drei Datensignalen durch Verteilung der Datensymbole untereinander drei Mischdatensignale 10 mit unveränderter Datenrate erzeugt werden, und daß, sofern  $N < 3$ , durch eine Punktierung aller drei Mischdatensignale und anschließende Multiplexierung oder, sofern  $N > 3$ , durch eine Wiederholung von Datensymbolen der drei Mischdatensignale und anschließende Demultiplexierung, die vorgegebene Anzahl von N 15 Antennendatensignalen erzeugt wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

20 Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert; in dieser zeigt:

25 Fig. 1 ein vereinfachtes Blockschaltbild einer Einrichtung zur Erzeugung von N Antennendatensignalen nach dem Stand der Technik;

30 Fig. 2 ein vereinfachtes Blockschaltbild zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Erzeugung einer vorgebbaren Anzahl von N Antennendatensignalen;

Fig. 3 ein Schaltbild zur Erläuterung des Aufbaus eines Turbo-Codierers; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung in Form eines kombinierten Blockschaltbild- und Datensignaldiagramms zur Erläuterung von zwei Varianten der erfindungsgemäßen Einrichtung.

5

In Fig. 1 ist eine kürzlich vorgeschlagene Einrichtung zur Erzeugung eines senderseitige Antennendiversität ausnutzenden Übertragungsdatensignals dargestellt. Ein Nutzdatensignal  $X$  wird einem Diversitäts-Kanalcodierer DCOD zugeführt. Das Nutz-

10 datensignal  $X$  besteht aus einer Folge von Datensymbolen,  $X = (x_1, x_2, \dots)$ , beispielsweise Bits. Der Diversitäts-Kanalcodierer DCOD führt eine Kanalcodierung mit der Coderate  $R_c = 1/n$  durch. Dies bedeutet, daß jedem Datensymbol des Nutzdaten-

signals  $X$   $n-1$  Redundanzdatensymbole hinzugefügt werden. Im

15 dargestellten Beispiel ist  $n = 3$ . Am Ausgang des Diversitäts-Kanalcodierers DCOD steht ein Übertragungssignal bereit, das aus  $n = 3$  Antennendatensignalen  $A_1(X)$ ,  $A_2(X)$  und  $A_3(X)$  jeweils gleicher Datenrate besteht. Insgesamt wird durch das Hinzufügen von Redundanz in dem Diversitäts-Kanalcodierer DCOD die

20 Datenrate des Übertragungssignals (bestehend aus den drei Antennendatensignalen) im Vergleich zu der Datenrate des Nutzdatensignals  $X$  um den Faktor 3 erhöht. Die Antennendatensignale  $A_1(X)$ ,  $A_2(X)$  und  $A_3(X)$  weisen eine durch das bei der Codierung eingesetzte Schema der Redundanzeinfügung fest vorgegebene

25 Struktur auf. Nach einer Modulation in einem Modulator MOD werden sie über  $N = n = 3$  Sendeantennen abgestrahlt.

Bei der Erfindung wird gemäß Fig. 2 das Nutzdatensignal  $X$  ebenfalls einer Codierung durch einen Kanalcodierer COD unter-

30 zogen. Der Kanalcodierer COD erzeugt ein codiertes Nutzdatensignal, das beispielsweise in Form von mehreren Datenströmen  $C_1(X)$ ,  $C_2(X)$  und  $C_3(X)$  oder multiplexiert als ein einziges Nutzdatensignal  $C(X)$ , siehe Fig. 3, bereitgestellt wird. Die Datenrate des codierten Nutzdatensignals  $C_1(X)$ ,  $C_2(X)$  und

6

C<sub>3</sub>(X) bzw. C(X) ist gegenüber dem eingangsseitig zugeführten Nutzdatensignal X um den Faktor der Coderate R<sub>c</sub> = k/n erhöht.

Erfindungsgemäß wird das codierte Nutzdatensignal einer Datenratenanpassungsstufe RM zugeführt. Die Datenratenanpassungsstufe konvertiert das codierte Nutzdatensignal (bzw. die einzelnen codierten Datenströme C<sub>1</sub>(X), C<sub>2</sub>(X) und C<sub>3</sub>(X)) in ein Übertragungssignal, welches zur Abstrahlung über eine vorgegebene Anzahl N von Sendeantennen (in Fig. 2 sind N = 2 Antennen dargestellt) geeignet ist. Die Anzahl N ist beliebig vorgebar. Die Datenratenanpassung erfolgt mit der Anpassungsrate R<sub>A</sub> = n/N, wobei n die Anzahl der in RM einlaufenden Datensymbole und N die Anzahl der von RM daraufhin ausgegebenen Datensymbole ist.

15

Das von der Datenratenanpassungsstufe RM ausgegebene Übertragungssignal, das wie in Fig. 2 dargestellt entweder bereits aus N Antennendatensignalen A<sub>1</sub>(X), ..., A<sub>N</sub>(X) besteht oder in einem späteren Multiplexier- oder Demultiplexierschritt in die richtige Anzahl von Antennendatensignalen aufgeteilt wird, wird in einem Spreizcodierer SC einer Spreizcodierung unterzogen, in einem Modulator MOD in geeigneter Weise auf einen Träger moduliert und über die N Sendeantennen abgestrahlt. Bei der Spreizcodierung kann es sich beispielsweise um DS-CDMA (Direct Sequencing-Code Division Multiple Access) handeln, bei welchem jedem Datensymbol ein Schlüssel in Form eines Teilnehmer-spezifischen Codes aufgeprägt wird.

Die erfindungsgemäße Datenratenanpassung des codierten Nutzdatensignals an die konstruktiv vorgegebenen Erfordernisse (N Sendeantennen im Sender) ermöglicht die Ausnutzung senderseitiger Antennendiversität für die Übertragung unterschiedlicher Dienste. Unterschiedliche Dienste werden üblicherweise mit unterschiedlichen Coderaten R<sub>c</sub> übertragen, um eine möglichst "sparsame" Codierung zu realisieren, die den dienstspezifi-

schen Anforderungen an die Bit-Fehler-Rate im Empfänger gerade noch gerecht wird. Durch Einstellung einer bezüglich der vorgegebenen Antennenanzahl  $N$  an die Coderate  $R_c$  angepaßten Datenrate des Übertragungssignals können beliebige Dienste über 5 die feste Anzahl von  $N$  Sendeantennen unter Ausnutzung senderseitiger Antennendiversität abgestrahlt werden.

Im Gegensatz dazu müßte im Stand der Technik (Fig. 1) für jeden zu übertragenden Dienst ein eigener Diversitäts-Kanalcode 10 zur Verfügung gestellt und zudem die Anzahl der Sendeantennen entsprechend der Coderate des jeweiligen Diversitäts-Kanalcodes eingestellt werden. Beides würde in der Praxis erhebliche Schwierigkeiten bereiten.

15 Vorzugsweise wird für die erfindungsgemäße Kanalcodierung ein Turbo-Codierer eingesetzt. Ein möglicher Aufbau eines Turbo-Codierers TCOD ist in Fig. 3 in Form eines Blockschaltbilds dargestellt.

20 Der Turbo-Codierer TCOD weist zwei identische, binäre, rekursive, systematische Faltungscodierer RSC1 und RSC2 auf, die in der Codiertechnik als RSC- (Recursive Systematic Convolutional-) Codierer bekannt sind. Dem ersten RSC-Faltungscodierer RSC1 ist eingangsseitig ein Turbo-Code-Verschachteler 25 IL vorgeschaltet, der eine blockweise Verschachtelung des Nutzdatensignals  $X$  vornimmt. An die Ausgänge der beiden Faltungscodierer RSC1 und RSC2 sind jeweils optionale Punktierer PKT1 bzw. PKT2 angeschlossen. Die drei codierten Datenströme C1( $X$ ), C2( $X$ ) und C3( $X$ ) des in Fig. 2 dargestellten Codierers 30 COD werden im Fall von TCOD durch die beiden Ausgänge der Punktierer PKT1, PKT2 und durch das Nutzdatensignal  $X$  realisiert.

An ihren Ausgängen stellen der erste Faltungscodierer RSC1 35 eine erste, verschachtelte Redundanz-Datenfolge  $Y_1 = (y_{11}, y_{12}, \dots)$  und der zweite Faltungscodierer RSC2 eine zweite

Redundanz-Datenfolge  $Y_2 = (y_{21}, y_{22}, \dots)$  bereit. Pro Nutzdatensymbol  $x_i$  wird in jedem Faltungskodierer ein Redundanz-Datensymbol  $y_{1i}$  bzw.  $y_{2i}$  erzeugt. Dabei bezeichnet  $i$  den betrachteten Zeitschritt, d.h.  $i = 1, 2, \dots$

5

Eine erste Möglichkeit der Durchführung der Turbo-Codierung besteht darin, daß die in Fig. 3 eingezeichneten Punktierer PKT1 und PKT2 entfallen. In diesem Fall gilt  $C_1(X) = Y_1$ ,  
10  $C_2(X) = Y_2$  und  $C_3(X) = X$ . Die Coderate von TCOD beträgt  $R_c = 1/3$ .

Das codierte Nutzdatensignal muß nicht in Form von drei Einzelsignalen  $C_1(X)$ ,  $C_2(X)$  und  $C_3(X)$  von dem Turbo-Codierer TCOD ausgegeben werden, sondern kann wie bereits erwähnt durch Multiplexieren dieser Datensignale in ein einzelnes codiertes Nutzdatensignal  $C(X)$  umgesetzt werden. Die Multiplexierung mittels des in Fig. 3 dargestellten Multiplexers MUX kann beispielweise nach der Vorschrift  
15

20

$$C = (x_1, y_{21}, y_{11}, x_2, y_{22}, y_{12}, x_3, y_{23}, y_{13}, \dots)$$

durchgeführt werden.

25 Die Punktierer PKT1, PKT2 dienen zur variablen Einstellung der Coderate des Turbo-Codierers TCOD. Soll der Turbo-Codierer TCOD eine Coderate von  $R_c = 1/2$  aufweisen, werden die beiden Redundanz-Teilfolgen  $Y_1$  und  $Y_2$  beispielweise alternierend punktiert und vorab im Multiplexer MUX multiplexiert.  
30 Die sich dabei ergebende Redundanz-Datenfolge  $Y = (y_{11}, y_{22}, y_{13}, y_{24}, \dots)$  wird nachfolgend - ebenfalls noch im Multiplexer MUX - alternierend mit der systematischen Datenfolge  $X$  multiplexiert. Das sich bei dieser (speziellen) Form der Turbocodierung ergebende fehlerschutzcodierte Nutzdatensignal  
35 weist demzufolge die Form  $C(X) = (x_1, y_{11}, x_2, y_{22}, x_3, y_{13}, x_4, y_{24}, \dots)$  auf.

Sofern der Codierer COD eine variable Coderate  $R_c$  aufweist, (was in dem in Fig. 3 dargestellten Beispiel wie erläutert durch Zuschaltung bzw. Überbrückung der Punktierer PKT1, PKT2 erreicht werden kann), wird der Datenratenanpassungsstufe RM die aktuelle Coderate  $R_c$  mitgeteilt, damit eine entsprechende Anpassung der Datenrate zur Erzeugung eines für die feste Anzahl N geeigneten Übertragungssignals vorgenommen werden kann.

Neben der Datenratenanpassung können im Signalweg zwischen dem Kanalcodierer COD und dem Modulator MOD eine Verschachtelung des codierten Nutzdatensignals und/oder eine Multiplexierung/Demultiplexierung zur Verteilung der Datensymbole auf die N Antennensignale A1(X), ..., AN(X) vorgenommen werden. In Fig. 4 sind für zwei Beispiele, nämlich N = 2 und N = 4, geeignete Schemata für die Verschachtelung, die Demultiplexierung/Multiplexierung und die Ratenanpassung des codierten Nutzdatensignals angegeben.

Beiden Beispielen liegt der in Fig. 3 gezeigte Turbo-Codierer TCOD mit einer Coderate  $R_c = 1/3$  zugrunde. Die beiden Punktierer PKT1 und PKT2 sind also deaktiviert.

Die im Signalweg hinter dem Turbo-Codierer TCOD durchgeführten Signalbearbeitungsschritte werden in Fig. 4 mittels Schaubildern S1 bis S5 (für N = 2) und S1' bis S5' für (N = 4) erläutert. Im Schaubild S1 sind jeweils drei zeitlich aufeinanderfolgende Datensymbole der Ausgänge C1(X), C2(X) und C3(X) des Turbo-Codierers TCOD graphisch dargestellt. Zur Unterscheidung von Datensymbolen unterschiedlicher Ausgänge werden Quadrate bzw. Kreise bzw. Dreiecke verwendet. Die Nummern in diesen graphischen Elementen bezeichnen die Zeitschritte  $i = 1, 2, 3$ . Die Datenrate am Ausgang des Turbo-Codierers TCOD beträgt  $3/T_s$ , wobei  $T_s$  die Symbolzeitdauer bezeichnet.

Im Signalweg hinter dem Turbo-Codierer TCOD befindet sich ein Verschachteler IL1. Der Verschachteler IL1 führt für jeden erhaltenen Datenstrom eine Permutierung der Datensymbole durch.

5 Dadurch wird einerseits eine zeitliche Beabstandung ehemals benachbarter Datensymbole erreicht. Andererseits lässt sich durch eine geeignete Wahl der bezüglich  $C1(X)$ ,  $C2(X)$  und  $C3(X)$  unterschiedlichen Permutationsvorschriften auch erreichen, daß in jedem Zeitschritt nunmehr aus unterschiedlichen Zeitschritten 10 stammende Datensymbole in den drei Datenströmen auftreten, siehe Schaubild S2.

Nachfolgend werden die Datensymbole der drei Datenströme untereinander verteilt. Dieser Datenbearbeitungsschritt kann

15 mittels einer Demultiplexer-Multiplexer-Kombinationseinrichtung D/MUX durchgeführt werden. Hinter der Demultiplexer-Multiplexer-Kombinationseinrichtung D/MUX sind in jedem Datenstrom die zu einem bestimmten Zeitschritt an den Ausgängen des Turbo-Codierers TCOD auftretenden Datensymbole aufgereiht, 20 siehe Schaubild S3.

Eine erste Datenratenanpassungsstufe RM1 arbeitet als Punktierer. Zu jedem Zeitschritt wird genau ein Datensymbol aus den drei parallelen Datenströmen punktiert, wobei die Punktierung

25 bezüglich der Datenströme zyklisch erfolgt. Demnach wird in jedem Datenstrom ein Datensymbol aus drei Datensymbolen punktiert. Das punktierte Datensymbol wird verworfen und ist in dem Schaubild S4 durch ein Kreuz dargestellt. Am Ausgang der ersten Datenratenanpassungsstufe RM1 beträgt die Datenrate

30  $2/T_s$ .

Im Signalweg hinter der ersten Datenratenanpassungsstufe RM1 befindet sich ein Multiplexer MUX1, der für die Bereitstellung der richtigen Anzahl von Antennendatensignalen sorgt. Im vorliegenden Beispiel umfaßt das Übertragungssignal zwei Anten-

11

nendatensignale  $A_1(X)$  und  $A_2(X)$ . Die Erzeugung der beiden Antennendatensignale  $A_1(X)$  und  $A_2(X)$  erfolgt in der Weise, daß der Multiplexer MUX1 die an seinem mittleren Eingang eingegebenen Datensymbole wechselweise auf das erste Antennendatensignal  $A_1(X)$  und das zweite Antennendatensignal  $A_2(X)$  verteilt, siehe Schaubild S5.

In dem zweiten Beispiel (unterer Teil von Fig. 4) wird der Fall  $N = 4$  betrachtet. Die Funktionsweise des Turbo-Codierers 10 TCOD, des Verschachtelers IL1 und der Demultiplexer-Multiplexer-Kombinationseinrichtung D/MUX ist identisch mit der Funktionsweise der entsprechenden Komponenten im ersten Beispiel. Mithin sind die in den Schaubildern S1 und S1' bzw. S2 und S2' bzw. S3 und S3' dargestellten Datenströme identisch.

15 Eine zweite Datenratenanpassungsstufe RM2 führt eine Erhöhung der Datenrate durch. Die Erhöhung der Datenrate wird durch eine Wiederholungscodierung ("repetitive coding") erreicht. Dabei werden in jedem Datenstrom jeweils das in einem bestimmten, für alle Datenströme identischen Zeitschritt auftretende Datensymbol wiederholt. Die zu replizierenden Datensymbole sind in dem Schaubild S3' mit einem Pfeil gekennzeichnet. Das Ergebnis der Wiederholungscodierung der einzelnen Datenströme ist in dem Schaubild S4' dargestellt. Die Datenrate am Ausgang der zweiten Datenratenanpassungsstufe RM2 beträgt  $4/T_s$ .

30 Im Signalweg hinter der zweiten Datenratenanpassungsstufe RM2 ist ein Demultiplexer DMUX angeordnet. Der Demultiplexer DMUX nimmt die Datensignale der drei von der Datenratenanpassungs-  
35 stufe RM2 ausgegebenen Datenströme entgegen und stellt an seinem Ausgang vier Antennendatensignale  $A_1(X)$ ,  $A_2(X)$ ,  $A_3(X)$  und  $A_4(X)$  zur Verfügung. Dabei ist das erste Antennendatensignal  $A_1(X)$  aus den zu einem bestimmten, für alle Datenströme identischen Zeitschritt in den Eingangsdatenströmen des Demultiplexers DMUX vorhandenen Datensymbolen gebildet. Die entspre-

12

chenden Datensymbole sind in dem Schaubild S4' mit einem Pfeil gekennzeichnet. Die Antennendatensignale A<sub>2</sub>(X) bis A<sub>4</sub>(X) werden demgegenüber aus jeweils drei zeitlich benachbart auftretenden Datensymbolen der drei Eingangsdatenströme gebildet.

5 Wie aus dem Schaubild S5' ersichtlich folgt A<sub>2</sub>(X) aus dem in Fig. 4 zuunterst eingezeichneten Datenstrom, A<sub>3</sub>(X) ergibt sich aus dem mittleren Datenstrom und A<sub>4</sub>(X) wird aus dem zuoberst dargestellten Datenstrom gebildet.

10 Die weitere Signalverarbeitung der zwei bzw. vier Antennendatensignale der Fig. 4 erfolgt in Analogie zu Fig. 2, d.h. die Antennendatensignale werden spreizcodiert, auf einen Träger moduliert und über zwei Antennen (erstes Beispiel) bzw. vier Antennen (zweites Beispiel) abgestrahlt.

15 Für den Empfang der abgestrahlten Datensignale können in dem Empfänger sowohl eine als auch mehrere Sendeantennen eingesetzt werden. Zur Decodierung können MAP- (Maximum A-Posteriori-)Decodierer oder auch SOVA- (Soft Output Viterbi Algorithm) Decodierer eingesetzt werden.

20

## Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Erzeugung eines Übertragungssignals, das mehrere für die Abstrahlung über jeweils eine Sendeantenne vorgesehene Antennendatensignale ( $A_1(X)$ , ...,  $A_N(X)$ ) umfaßt, aus einem Nutzdatensignal ( $X$ ), bei welchem das Nutzdatensignal ( $X$ ) einer Kanalcodierung unterzogen wird,  
10 durchgekennzeichnet,
  - daß im Signalweg zwischen der Kanalcodierung und der Abstrahlung der Antennendatensignale ( $A_1(X)$ , ...,  $A_N(X)$ ) über die Sendeantennen eine Datenratenanpassung erfolgt, welche ermöglicht, daß die Anzahl der Sendeantennen unabhängig von  
15 der Coderate ( $R_c$ ) vorgebbar ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
durchgekennzeichnet,
  - daß die Datenratenanpassung mit einer variablen Rate ( $R_A$ )  
20 durchführbar ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
durchgekennzeichnet,
  - daß die Datenratenanpassung eine Punktierung und/oder Wiederholung von Datensymbolen des codierten Datensignals  
25 ( $C(X)$ ;  $C_1(X)$ ,  $C_2(X)$ ,  $C_3(X)$ ) umfaßt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
durchgekennzeichnet,  
30
  - daß im Signalweg zwischen der Kanalcodierung und der Abstrahlung der Antennendatensignale ( $A_1(X)$ , ...,  $A_N(X)$ ) über die Sendeantennen eine Demultiplexierung des codierten Datensignals ( $C(X)$ ;  $C_1(X)$ ,  $C_2(X)$ ,  $C_3(X)$ ) erfolgt.
- 35 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
durchgekennzeichnet,

14

- daß im Signalweg zwischen der Kanalcodierung und der Abstrahlung über die Sendeantennen eine Verschachtelung des codierten Datensignals ( $C(X)$ ;  $C1(X)$ ,  $C2(X)$ ,  $C3(X)$ ) erfolgt.

5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
- daß zur Codierung des Nutzdatensignals ( $X$ ) eine Turbo-Codierung eingesetzt wird.

10 7. Verfahren nach Anspruch 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
- daß bei der Turbo-Codierung ein systematisches Datensignal ( $C3(X)$ ), ein Redundanzdatensignal ( $C2(X)$ ) und ein verschachteltes Redundanzdatensignal ( $C1(X)$ ) erzeugt werden,  
15 - daß aus diesen drei Datensignalen ( $C1(X)$ ,  $C2(X)$ ,  $C3(X)$ ) durch Verteilung der Datensymbole untereinander drei Mischdatensignale mit unveränderter Datenrate erzeugt werden, und  
- daß, sofern  $N < 3$ , durch eine Punktierung aller drei Mischdatensignale und anschließende Multiplexierung oder, sofern  $N > 3$ , durch eine Wiederholung von Datensymbolen der drei Mischdatensignale und anschließende Demultiplexierung die vorgegebene Anzahl von  $N$  Antennendatensignalen erzeugt wird.

25 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
- daß das Übertragungssignal einer CDMA-Spreizcodierung unterzogen wird.

30 9. Einrichtung zur Erzeugung eines Übertragungssignals, das mehrere für die Abstrahlung über jeweils eine Sendeantenne vorgesehene Antennendatensignale ( $A1(X)$ , ...,  $AN(X)$ ) umfaßt, aus einem Nutzdatensignal ( $X$ ), bei welchem das Nutzdatensignal ( $X$ ) einer Kanalcodierung unterzogen wird,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

15

- daß im Signalweg zwischen dem Kanalcodierer (COD, TCOD) und den Sendeantennen eine Datenratenanpassungsstufe (RM; RM1, RM2) vorgesehen ist, welche ermöglicht, daß die Anzahl der Sendeantennen unabhängig von der Coderate ( $R_c$ ) vorgebbar ist.

5

10. Einrichtung nach Anspruch 9,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß die Datenratenanpassungsstufe (RM; RM1, RM2) eine Datenratenanpassung mit variabler Rate ( $R_A$ ) ermöglicht.

10

11. Einrichtung nach Anspruch 9 oder 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

15

- daß die Datenratenanpassungsstufe (RM; RM1, RM2) einen Punktierer und/oder einen Wiederholer von Datensymbolen des codierten Datensignals ( $C(X)$ ;  $C1(X)$ ,  $C2(X)$ ,  $C3(X)$ ) umfaßt.

12. Einrichtung nach Anspruch 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

20

- daß im Signalweg zwischen der Datenratenanpassungsstufe (RM; RM1, RM2) und den Sendeantennen ein Multiplexer (MUX1) und/oder ein Demultiplexer (DMUX) enthalten ist.

20

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12,

25

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß der Kanalcodierer ein Turbo-Codierer (TCOD) ist.

14. Einrichtung nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

30

- daß der Turbo-Codierer (TCOD) ein systematisches Datensignal ( $C3(X)$ ), ein Redundanzdatensignal ( $C2(X)$ ) und ein verschachteltes Redundanzdatensignal ( $C1(X)$ ) erzeugt,
- daß die Einrichtung ein Datensymbol-Verteilungsmittel (D/MUX) aufweist, das aus diesen drei Datensignalen durch Verteilung der Datensymbole untereinander drei Mischdatensignale mit unveränderter Datenrate erzeugt, und

16

- daß die Datenratenanpassungsstufe (RM1, RM2), sofern  $N < 3$ , durch eine Punktierung aller drei Mischdatensignale und anschließende Multiplexierung oder, sofern  $N > 3$ , durch eine Wiederholung von Datensymbolen aller drei Mischdatensignale und anschließende Demultiplexierung die vorgegebene Anzahl von  $N$  Antennendatensignalen erzeugt.

5 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

- einen CDMA-Spreizcodierer (SC), der das Übertragungssignal einer CDMA-Spreizcodierung unterzieht.

10

1/2

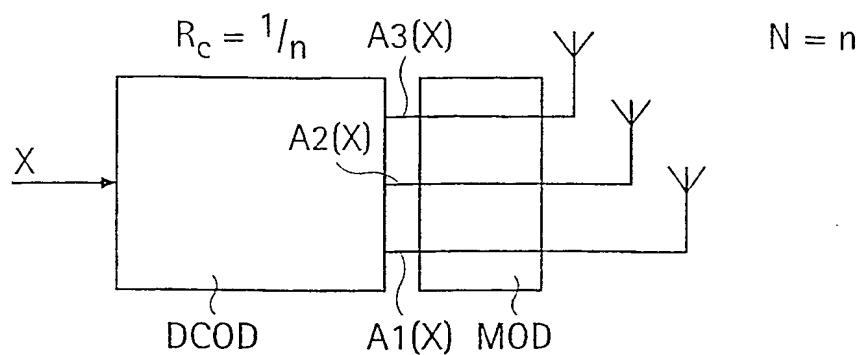


Fig. 1

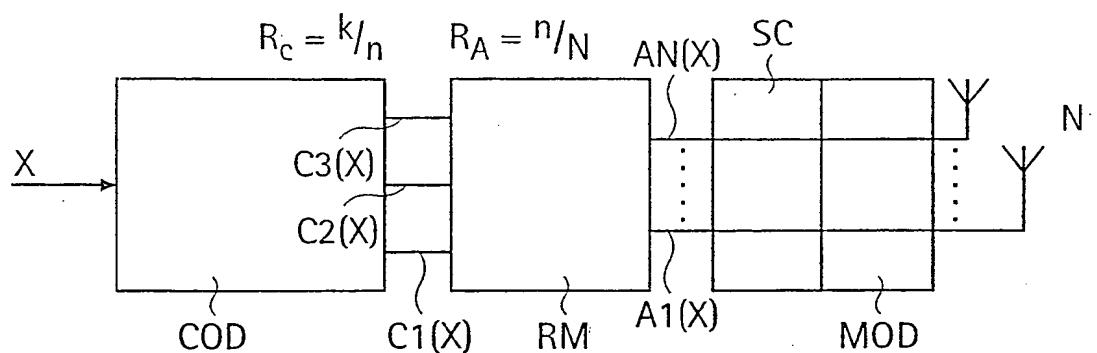


Fig. 2

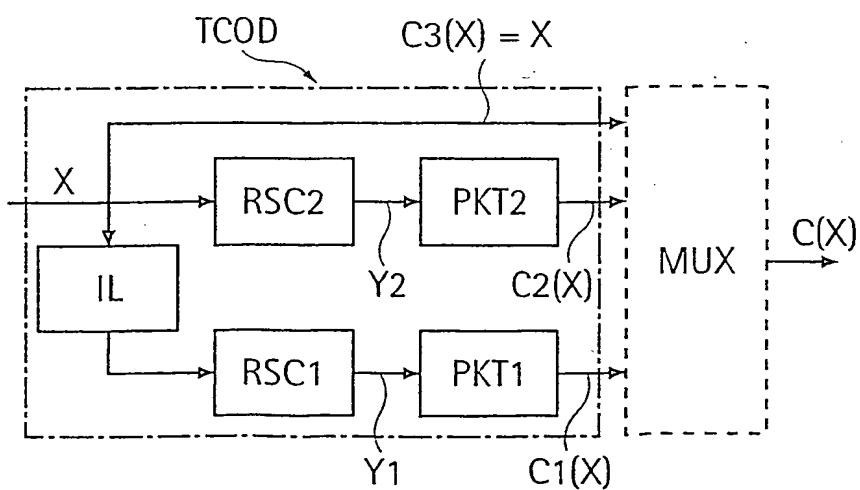


Fig. 3

2/2

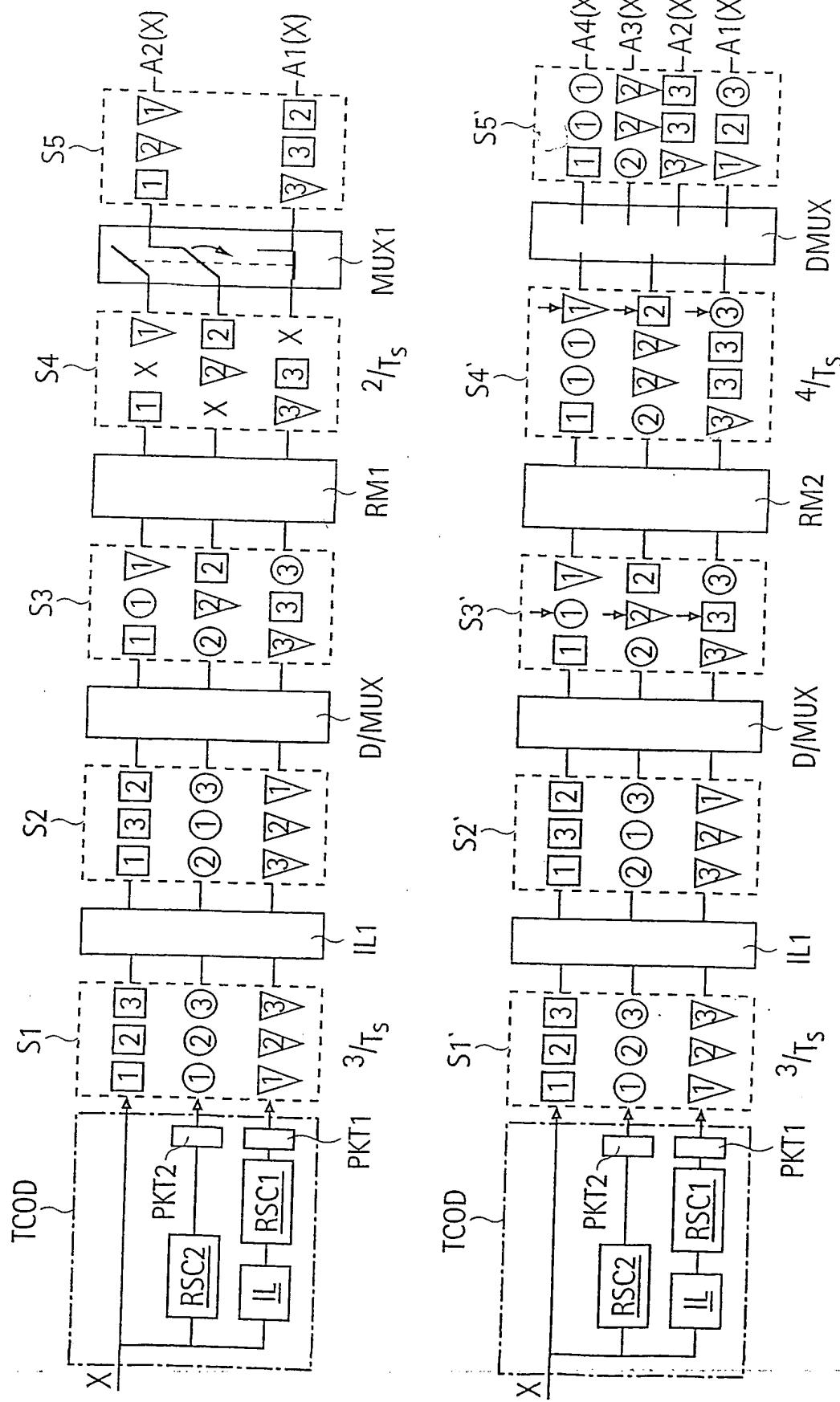


Fig. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter al Application No

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
TPC 7 H04L 1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H04L H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

#### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>VAN WYK ET AL: "Fading correlation and its effect on the capacity of space-time turbo coded DS/CDMA systems"</p> <p>MILCOM 1999. IEEE MILITARY COMMUNICATIONS CONFERENCE PROCEEDINGS. ATLANTIC CITY, NJ, OCT. 31 – NOV. 3, 1999, IEEE MILITARY COMMUNICATIONS CONFERENCE, NEW YORK, NY:</p> <p>IEEE, US, vol. VOL 1 OF 2 CONF. 18, 31 October 1999 (1999-10-31), pages 538-542, XP002151967 ISBN: 0-7803-5539-3</p> <p>Abschnitt II-A figure 1</p> <p>---</p>	1,3-9, 11-15
Y		2,10
Y	<p>WO 97 45976 A (QUALCOMM INC)</p> <p>4 December 1997 (1997-12-04)</p> <p>abstract</p> <p>---</p>	2,10

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

- Special categories of cited documents :
- **A\*** document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- **E\*** earlier document but published on or after the international filing date .
- **L\*** document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified).
- **O\*** document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- **P\*** document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- T• later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- X• document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- Y• document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- &• document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

17 October 2001

23/10/2001

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ghigliotti, L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte	al Application No
PCT/DE 01/02465	

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00 36783 A (BREILING MARCO ;EBERLEIN ERNST (DE); STOESSEL JAN (DE); FRAUNHOFER) 22 June 2000 (2000-06-22) page 14, line 1 - line 21 figure 3 ---	1, 3-9, 11-15
X	US 5 978 365 A (YI BYUNG KWAN) 2 November 1999 (1999-11-02) figure 6 ---	1, 3-9, 11-15
E	WO 01 54303 A (NOKIA NETWORKS OY ;HORNEMAN KARI (FI); JUNTTI MARKKU (FI); KATZ MA) 26 July 2001 (2001-07-26) page 7, line 30 -page 8, line 2 page 8, line 16 - line 30 -----	1-15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

Inter Application No

PCT/DE 01/02465

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 9745976	A 04-12-1997	US	5909434 A	01-06-1999
		AU	717076 B2	16-03-2000
		AU	3291597 A	05-01-1998
		BR	9709483 A	10-08-1999
		CN	1231785 A	13-10-1999
		EP	0903023 A1	24-03-1999
		JP	2001507878 T	12-06-2001
		WO	9745976 A1	04-12-1997
WO 0036783	A 22-06-2000	WO	0036783 A1	22-06-2000
		AU	1966699 A	03-07-2000
		EP	1123597 A1	16-08-2001
US 5978365	A 02-11-1999	AU	5090799 A	24-01-2000
		BR	9912256 A	17-04-2001
		CN	1308821 T	15-08-2001
		EP	1095529 A1	02-05-2001
		WO	0002404 A1	13-01-2000
		US	6094427 A	25-07-2000
WO 0154303	A 26-07-2001	FI	992829 A	01-07-2001
		WO	0154303 A1	26-07-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte  
des Aktenzeichen  
PCT/DE 01/02465

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04L1/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 H04L H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	VAN WYK ET AL: "Fading correlation and its effect on the capacity of space-time turbo coded DS/CDMA systems" MILCOM 1999. IEEE MILITARY COMMUNICATIONS CONFERENCE PROCEEDINGS. ATLANTIC CITY, NJ, OCT. 31 - NOV. 3, 1999, IEEE MILITARY COMMUNICATIONS CONFERENCE, NEW YORK, NY: IEEE, US, Bd. VOL 1 OF 2 CONF. 18, 31. Oktober 1999 (1999-10-31), Seiten 538-542, XP002151967 ISBN: 0-7803-5539-3 Abschnitt II-A Abbildung 1 ---	1, 3-9, 11-15
Y	---	2, 10
Y	WO 97 45976 A (QUALCOMM INC) 4. Dezember 1997 (1997-12-04) Zusammenfassung ---	2, 10
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Aussiedlung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17. Oktober 2001

23/10/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ghigliotti, L

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 01/02465

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 00 36783 A (BREILING MARCO ;EBERLEIN ERNST (DE); STOESSEL JAN (DE); FRAUNHOFER) 22. Juni 2000 (2000-06-22) Seite 14, Zeile 1 - Zeile 21 Abbildung 3 ---	1, 3-9, 11-15
X	US 5 978 365 A (YI BYUNG KWAN) 2. November 1999 (1999-11-02) Abbildung 6 ---	1, 3-9, 11-15
E	WO 01 54303 A (NOKIA NETWORKS OY ;HORNEMAN KARI (FI); JUNTTI MARKKU (FI); KATZ MA) 26. Juli 2001 (2001-07-26) Seite 7, Zeile 30 -Seite 8, Zeile 2 Seite 8, Zeile 16 - Zeile 30 -----	1-15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichu

zur selben Patentfamilie gehören

Inter	les Aktenzeichen
PCT/DE 01/02465	

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9745976	A	04-12-1997	US	5909434 A		01-06-1999
			AU	717076 B2		16-03-2000
			AU	3291597 A		05-01-1998
			BR	9709483 A		10-08-1999
			CN	1231785 A		13-10-1999
			EP	0903023 A1		24-03-1999
			JP	2001507878 T		12-06-2001
			WO	9745976 A1		04-12-1997
WO 0036783	A	22-06-2000	WO	0036783 A1		22-06-2000
			AU	1966699 A		03-07-2000
			EP	1123597 A1		16-08-2001
US 5978365	A	02-11-1999	AU	5090799 A		24-01-2000
			BR	9912256 A		17-04-2001
			CN	1308821 T		15-08-2001
			EP	1095529 A1		02-05-2001
			WO	0002404 A1		13-01-2000
			US	6094427 A		25-07-2000
WO 0154303	A	26-07-2001	FI	992829 A		01-07-2001
			WO	0154303 A1		26-07-2001